

配信元: 国立研究開発法人 物質・材料研究機構(NIMS)・〒305-0047 茨城県つくば市千現 1-2-1

Date: 30 April 2021

最先端材料科学研究：不可視を可視にする

(Tsukuba 30 April 2021) 裸眼では見えない近赤外光を見える化する有機アップコンバージョン素子の開発

論文情報

タイトル: Shortwave infrared-absorbing squaraine dyes for all-organic optical upconversion devices

著者: Karen Strassel, Wei-Hsu Hu, Sonja Osbild, Daniele Padula, Daniel Rentsch, Sergii Yakunin, Yevhen Shynkarenko, Maksym Kovalenko, Frank Nüesch, Roland Hany* & Michael Bauer

* Laboratory for Functional Polymers, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Dübendorf, Switzerland (E-mail: roland.hany@empa.ch)

引用: Science and Technology of Advanced Materials Vol. 22 (2021) p. 194

最終版公開日: 2021年4月13日

本誌リンク <https://doi.org/10.1080/14686996.2021.1891842> (オープンアクセス)

近赤外光を可視化するスクアリウム色素をベースにした有機素子の開発である。この素子は高い温度でも安定で、しかも安い素材で作られている。この廉価な素子の開発は、近赤外光イメージングの利用範囲の大幅な拡大を導くことになる。

人の可視領域は波長 400 nm (紫) から 700 nm (赤) であり、これを越えた 700 - 2500 nm 領域は、近赤外光と呼ばれ、人の目には見えない。近年、特に 1000 - 2500 nm の短波長赤外(shortwave infrared; SWIR)光は、光学センシング、イメージングの分野、例えば、深部生体組織イメージング、製品品質制御、ロボティクス、リモートセンシングなどの広範な技術領域での応用が広がりつつある。

SWIR 光で撮影できる赤外線カメラはさらにシリコンウエハー、建造物、食品などの品質検査に役立っている。現在、多くの SWIR カメラの受光素子には InGaAS が用いられていて、この InGaAs センサーアレイからの信号を電子回路で処理し、モニター画面に画像として表示している。このため、SWIR カメラシステムはかなり高額なものになっている。

これに対し SWIR 受光体と可視光エミッターを組み合わせた SWIR アップコンバージョン素子は廉価な、しかもピクセルフリーなイメージングデバイスとして従来の SWIR カメラを置き換える可能性がある。

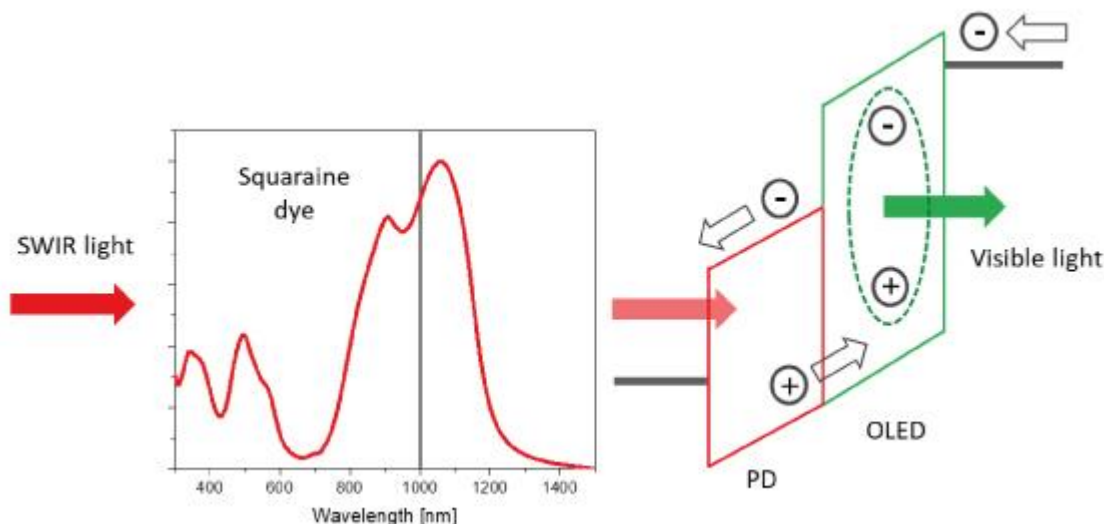
Science and Technology of Advanced Materials に、スイス、Empa の Roland Hany ら、およびイタリア、シエナ大学の Daniele Padula が共著発表した論文 [Shortwave infrared-absorbing squaraine dyes for all-organic optical upconversion devices](#) は、波長 1000 nm 以上の短波長赤外光を効率よく可

視光に変換する有機スクアリウム色素をベースにした SWIR アップコンバージョン素子の開発について報告している。

SWIR アップコンバージョン素子は、スクアリウム色素を柔軟性基板上に成膜し、さらにこの上に可視光エミッターとして有機発光ダイオード（OLED）を重ね、組み合わせることで作成された。すなわち、スクアリウム色素層が SWIR 光を吸収し、生成した電荷が OLED 層に流入、再結合することで可視発光する。

著者らは、スクアリウムの基本骨格にベンズ(*cd*)インドール置換基を導入し、さらにこの置換基にフェニル、カルバゾール、チオフェンなどを加えることでドナー強度を強め、1200 nm を超える SWIR 領域に吸収ピークを持つようなスクアリウム色素の合成に成功している。しかもこの色素は可視光領域の吸収はほとんどなく、また、200° C まで安定である。この有機アップコンバージョン素子は、通常の実験室環境で数週間にわたり、安定に動作している。

著者らは、現在の技術では実現できないような応用がこの全有機アップコンバージョン素子で可能になると期待している。例えば、車のフロントガラスに直接積層・作成すれば、可視領域の視野を遮ることなく、すなわち昼は普通の透明フロントガラスを、夜には SWIR 光が見える、つまり暗視機能を持ったガラスにできる、と考えている。現在、著者らは色素の吸収ピークを SWIR 領域のより波長の長い方向にシフトさせるよう試みている。また、SWIR 領域に吸収感度のある新しい色素の探索に機械学習の技術を用いつつある。一方、アップコンバージョン素子の感度および安定性の向上にも取り組んでいる。



図の説明：アップコンバージョン素子において、光検出器のスクアリウム色素に波長 1000 nm を越える SWIR 光が入射すると、電荷が生成する。この生成した電荷が有機発光ダイオード部に流入し、再結合することで可視光を発する。このようにして、肉眼では見ることのできない SWIR 光が可視光に変換される。

論文情報

タイトル：Shortwave infrared-absorbing squaraine dyes for all-organic optical upconversion devices

著者：Karen Strassel, Wei-Hsu Hu, Sonja Osbild, Daniele Padula, Daniel Rentsch, Sergii Yakunin, Yevhen Shynkarenko, Maksym Kovalenko, Frank Nüesch, Roland Hany* & Michael Bauer
* Laboratory for Functional Polymers, Empa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Dübendorf, Switzerland (E-mail: roland.hany@empa.ch)

引用：Science and Technology of Advanced Materials Vol. 22 (2021) p. 194

最終版公開日：2021年4月13日

本誌リンク <https://doi.org/10.1080/14686996.2021.1891842> (オープンアクセス)

Science and Technology of Advanced Materials 誌は、国立研究開発法人 物質・材料研究機構(NIMS) と Empa が支援するオープンアクセスジャーナルです。

企画に関する問い合わせ: stam-info@ml.nims.go.jp